Ne pas confondre BACKDRAFT et FLASHOVER

■ **Lt Michel Bernard**
Officier d'intervention au Service d'Incendie et de Secours de la ville de Genève

Préambule

Tous deux faisant partie des accidents thermiques, je pensais que tout avait été dit voire écrit sur ces sujets. Apparemment, il me semble que la nuance entre ces deux phénomènes n'a pas été correctement comprise. En effet, suite à la parution dans le JSPS de décembre 03 de l'article sur le flashover et son explication, il me paraît absolument nécessaire d'apporter quelques corrections.

Loin de moi l'idée de vouloir créer une polémique ni faire une «bagarre de citadelle». Au demeurant, l'article sur le caisson à accident thermique est très intéressant, mais l'explication du flashover est erronée.

En effet le phénomène tel que décrit est un **BACKDRAFT et non pas un FLASHOVER.**

Quant à qualifier le flashover de je cite: «en bon français saut de feu» j'ose simplement espérer que ce n'est qu'une traduction mot à mot de l'allemand, permettez-moi de corriger ce verbiage, car nous appelons ce phénomène, en bon français, **embrasement généralisé éclair,** terme que nous avons en commun avec nos collègues français.

Il suffit de se rapporter aux écrits cités dans la bibliographie pour se rendre compte que la description qui a été faite dans cet article ne correspond en rien au flashover, mais s'apparente au backdraft.

Je me permets donc de résumer brièvement l'identification de ces deux dangereux phénomènes, tant elle est cruciale pour notre sécurité. Quant à la tactique et la technique d'intervention, avec de l'eau (attaque massive) accompagnée ou non de la ventilation (en pression positive), je ne les aborderai pas dans cet article, car ces domaines sont si vastes qu'ils pourraient faire l'objet à eux seuls d'articles détaillés.

Introduction

La majorité des feux que nous rencontrons se produisent dans des bâtiments et plus précisément dans des espaces clos ou semi-ouverts. *De plus, l'avènement des nouvelles technologies et techniques appliquées aux bâtiments et au mobilier (matériaux synthétiques), influence passablement le développement de l'incendie et sa violence.*

En effet, ces nouveaux matériaux font qu'un feu, au départ sans grande importance, prend assez rapidement une certaine ampleur. La quantité de fumée et la chaleur dégagée provoquent par convection et rayonnement un effet de pyrolyse (décomposition chimique sous la chaleur) et ainsi nous avons un distillat de gaz combustibles prêt à s'enflammer et nous nous retrouvons assez rapidement face à un risque de flashover.

Par contre pour le backdraft, le moment propice au déclenchement de cet accident n'a que peu varié, mais il est plutôt tributaire de la composition des fumées et des gaz combustibles. Statistiquement nous savons que ce phénomène intervient lorsque le sinistre est découvert tardivement (nuit, week-end, etc.).

Les situations présentant ces deux risques de phénomènes sont difficiles à identifier.



Elles peuvent se présenter lors de différentes phases de l'intervention et toucher plusieurs zones adjacentes d'un même bâtiment. Les risques sont ainsi fonction du moment et du lieu de l'intervention.

Devant la dangerosité de ces deux phénomènes thermiques, dont l'issue est très souvent fatale et afin de limiter les risques pour les intervenants, il est nécessaire d'apporter tous les éléments nécessaires à l'identification des risques ainsi que la conduite à tenir en intervention.

Je vais essayer dans cet article de répondre à l'identification de ces deux phénomènes d'accidents thermiques. Je ne vais pas m'étendre sur le développement de l'incendie, car il nous faudrait plusieurs parutions afin de tout traiter.

Les manières de prévenir offensivement et de combattre ces deux phénomènes ne seront pas non plus abordées dans cet article.

Définitions

Le flashover et le backdraft sont des phénomènes thermiques totalement différents se produisant dans des conditions totalement dissemblables.

Le Flashover

Aussi appelé en français *embrasement généralisé éclair,* se produit dans un espace semi-ouvert. C'est le passage instantané d'une situation de feu localisé à un embrasement généralisé des matériaux combustibles qui se trouvent dans la pièce.

Le Backdraft

Aussi appelé en français *explosion de fumées.* Ce sont des fumées surchauffées, accumulées dans un volume clos, qui explosent lors d'un apport d'air soudain.

Différences des conditions de survenance des deux phénomènes

Le Flashover «mode d'emploi»

La situation de départ

Le feu se développe dans un volume semi-ouvert:

- les échanges entrées/sorties existent
- le feu est suffisamment alimenté en air, il se développe et la quantité de fumées produites augmente rapidement
- les fumées s'accumulent en partie haute du volume et la chaleur provoque une augmentation de la production des gaz de distillation
- les flammes sont vives, car des échanges s'établissent



Nous pouvons distinguer la pyrolyse des éléments au sol et un abaissement des fumées.

- les fumées et les gaz chauds sortent en partie haute alors que de l'air frais entre en partie basse

Notre feu est correctement ventilé, la quantité d'air frais entrant dans le volume n'étant limitée que par la dimension des ouvertures.

Si le flux de gaz libéré est trop important pour que la flamme puisse le brûler entièrement (excès de combustibles pour les capacités de ventilation), l'atmosphère du volume va voir sa concentration en combustible (gaz+suies) augmenter.

La couche de fumées augmente et se stratifie thermiquement.

La composition chimique de cette couche dépend:

– du type de feu;
– des produits impliqués dans la combustion;
– du taux de ventilation.

Les plages d'inflammabilité du mélange gazeux composant la fumée varient en fonction des matières impliquées.

En effet il n'est plus d'actualité de considérer les fumées et les gaz issus d'un incendie comme de simples résidus ou des sous-produits de la combustion. Ils forment un mélange combustible qui occupe tout le haut du volume au-dessus des intervenants. Je pense pour ma part qu'il n'est donc plus judicieux d'appeler cette combinaison de produits gaz de combustion mais plutôt gaz combustibles.

Il est donc impératif d'intégrer la dangerosité de cette couche de fumées et de gaz que la littérature technique décrit comme étant comparable à du carburant.

Le matelas de fumée, véritable couche inflammable, s'enrichit et devient, au fil des minutes, de plus en plus dangereux.

Nous ne devons pas non plus oublier que dans cette couche il y a la présence de monoxyde de carbone, élément particulièrement dangereux notamment sur le plan de la combustion, car pour rappel il est inflammable à 600 °C déjà.

La situation empire

A présent, nous nous trouvons dans la configuration suivante:

- le local dans lequel le feu se développe depuis un moment possède une ouverture sur l'extérieur permettant la ventilation du feu, mais, cette dernière s'avère insuffisante pour évacuer la totalité de l'énergie et des gaz combustibles
- la pyrolyse des éléments combustibles présents dans le local ne cesse d'augmenter et crée à son tour du gaz combustible
- la couche chaude de fumées et de gaz au plafond et les parois surchauffées émettent un rayonnement thermique (convection)

Et ça continue de chauffer

L'énergie ainsi dégagée accentue l'action du foyer initial et augmente à son tour la pyrolyse et la chaleur ambiante. Une sorte de cercle infernal.

On assiste ainsi à des échanges thermiques et une «montée en température» par rayonnement et convection. Les flux de rayonnement thermique avoisinent les 30 kW/m² à 600 °C. A titre d'exemple, les combustibles cellulosiques peuvent s'enflammer à partir de 20 kW/m².

Les différentes expérimentations effectuées avant la survenue de l'embrasement généralisé éclair ont révélé la présence d'une couche de fumées et de gaz dont la température est comprise entre 500 °C et 650 °C.

Le feu continue à se ventiler, mais l'évacuation de la chaleur reste insuffisante.

La phase d'instabilité est à son apogée et peut évoluer à tout instant vers l'embrasement brutal de la totalité des combustibles du volume (mobilier et fumées).

Quels sont les acteurs principaux qui régissent la combustion et son expansion?

– le rôle du monoxyde de carbone (CO);
– l'inflammabilité de la couche de fumées;
– le taux de pyrolyse;
– la température d'ignition des gaz issus de cette pyrolyse;
– le rayonnement thermique depuis la couche de fumées et les parois.

Déclenchement du phénomène

A ce moment, l'ambiance gazeuse du volume est hautement inflammable et la chaleur maximale.

Des petites flammes apparaissent alors dans la couche de fumées, près du plan neutre (interface fumée/air), lorsque la température d'autoinflammation des gaz est atteinte.

Ces flammes vont rapidement s'intensifier pour former des rouleaux de flammes courant dans les fumées proches du plafond («roll-over»).

La couche de fumées s'épaissit et le plan neutre s'abaisse assez brutalement, emplissant de combustibles gazeux hautement inflammables la presque totalité de l'espace sinistré. Cette situation annonce l'imminence (quelques secondes) de l'embrasement généralisé éclair, les combustibles présents dans le local (surfaces, objets) ayant été chauffés jusqu'à atteindre leur point d'autoinflammation.

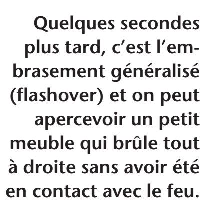
C'est alors le passage brutal d'un feu localisé à un feu généralisé:

– le volume se retrouve entièrement embrasé pendant un très long moment;



La pyrolyse est de plus en plus grande et rapide et les roll-over sont toujours plus bas.





Quelques secondes plus tard, c'est l'embrasement généralisé (flashover) et on peut apercevoir un petit meuble qui brûle tout à droite sans avoir été en contact avec le feu.

– la température «ambiante» atteint très brusquement les environs de 1000 °C.

C'est alors que l'incendie, localisé dans une seule partie du volume, se transforme en un brasier considérable risquant de:

– piéger mortellement les intervenants et les victimes;
– déstabiliser le dispositif de lutte et de secours;
– propager l'incendie.

Après analyse des accidents liés à ce phénomène, il est prouvé que la personne qui a été exposée ne s'en sort que rarement indemne.

Il faut également savoir que l'embrasement généralisé éclair peut déjà se produire à partir de 500 °C.

Comment peut-on repérer les signaux d'alarme?

L'imminence d'un embrasement généralisé éclair est affilié aux signes d'alarme suivants:

- le volume a des ouvertures qui permettent l'apport d'air et la sortie de fumées;
- le foyer est localisé et produit des flammes claires;
- la couche de fumées se densifie et s'épaissit rapidement;
- la chaleur provenant de la couche de fumées est intense et écrasante, imposant de se baisser;
- des petites flammes apparaissent dans la couche de fumées, suivies de rouleaux de flammes à l'interface fumées/air.

Mais: les rouleaux de flammes sont les signes annonciateurs de l'embrasement généralisé éclair les plus déterminants.

Test du plafond

En plus de l'observation des signes d'alarme décrits plus haut, il existe un moyen simple d'évaluation du danger, en faisant une estimation du potentiel énergétique présent dans la couche de fumées en partie haute du volume.

Cette estimation de température s'effectue en utilisant le principe de la vaporisation de l'eau.

La projection d'eau par impulsion «ouvrir/fermer», au moyen du jet diffusé (cône moyen) réglé à son débit maximum (entre 400 et 500 l/mn), dans la couche de fumée permet de déterminer immédiatement le risque:

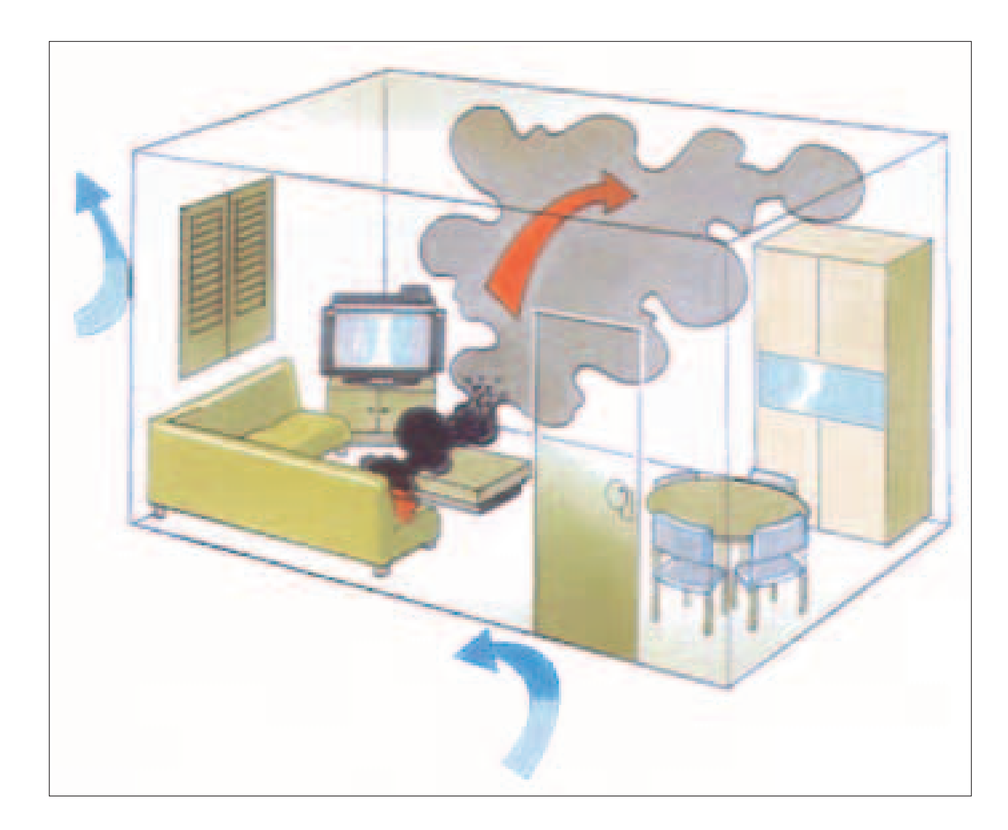
- si la température est très élevée: l'eau se vaporise sans retomber, le danger est imminent;
- si la température est peu élevée: l'eau retombe en gouttes sans se vaporiser, le risque est présent mais moins élevé.

Le test du plafond doit être répété à chaque étape de la progression de l'équipe d'attaque et à chaque changement de volume. La plus grande vigilance est naturellement de mise.

Une dernière remarque

Bien que le flashover soit une des étapes du développement normal d'un incendie en milieu semi-ouvert, quand il survient lors de notre intervention, je le qualifierais d'accident thermique. Il y a une dizaine d'années encore, nous ne trouvions cette phase critique de survenance du flashover qu'entre 20 et 30 minutes après le début du feu. Donc, généralement, nous ne rencontrions que très rarement ce phénomène, car la situation avait soit totalement dégénéré avant notre arrivée ou alors notre extinction avait déjà débuté.

Mais, aujourd'hui, cette phase critique est descendue aux alentours d'une dizaine de minutes; ceci étant dû notamment aux progrès des techniques et à la technologie appliquée aux bâtiments et au mobilier. Donc, nous risquons de plus en



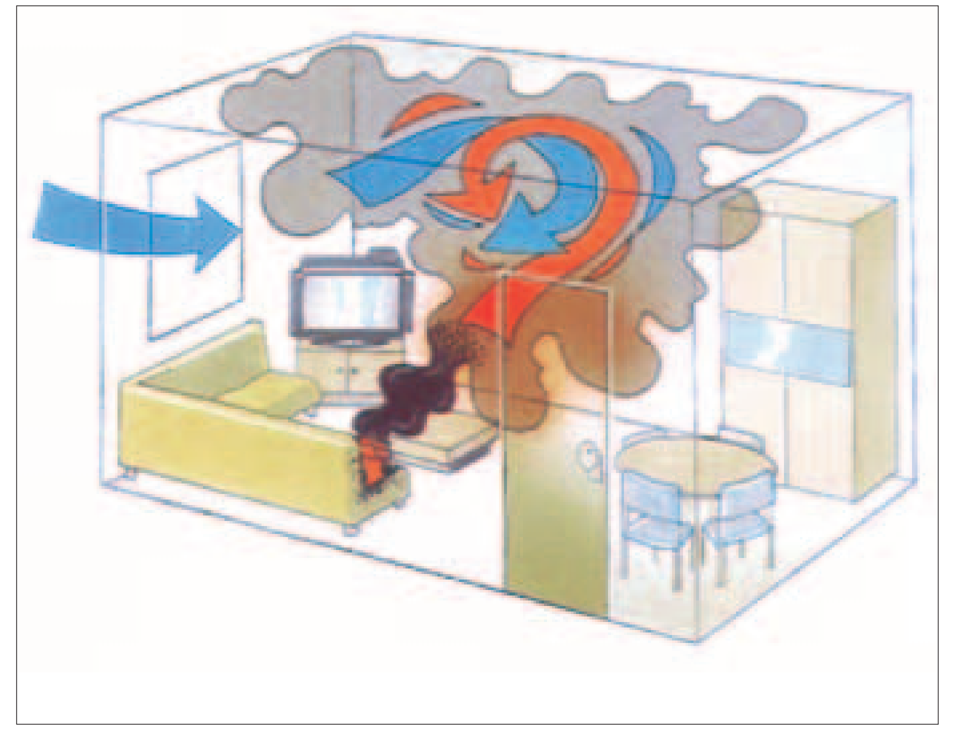
plus de rencontrer un flashover, car c'est justement au moment où commence notre intervention que nous nous trouvons au «pic» du danger.

Le backdraft «mode d'emploi»

La situation de départ

Le feu se développe dans un espace clos:
- les échanges entrées/sorties sont quasi inexistants;
  - l'apport d'air frais est très faible, générant une combustion très incomplète;
  - le feu s'étouffe;
  - les fumées et la chaleur produites par le foyer initial s'évacuent difficilement du volume;
- sous l'effet de l'accumulation des fumées et de la chaleur, une mise en pression du volume s'opère.

Dans la phase de combustion qualifiable de «fumigène», le volume impliqué se remplit de fumées denses, grasses, de couleurs variables. La couleur de ces fumées peut renseigner sur l'inflammabilité et sur les composés présents dans le volume:
- fumées noires (pyrolyse des hydrocarbonés courants) hautement chargées en énergie
- fumées jaunes (pyrolyse des polymères nitrés et sulfurés) traduction d'une élévation de température importante
- fumées blanches et froides (pyrolyse de la mousse de latex) non neutres, peuvent présenter certains dangers (combustibilité, toxicité)



Le volet obstruant la fenêtre vient d'être ouvert, les fumées sortent sous forte pression.

Nous nous retrouvons alors par manque d'air assez rapidement en limite supérieure d'inflammabilité (LSI) de la fumée et des gaz combustibles.

La touche finale

Elle peut survenir de différentes manières. Par exemple:
- une vitre cède sous l'effet de la chaleur, de la surpression ou de la dilatation;
- ouverture d'une porte dans un but de reconnaissance

L'arrivée triomphale de l'air

- En cas d'ouverture de l'espace, une importante quantité d'air est aspirée produisant un bruit caractéristique rappelant un sifflement.
- Cet apport d'oxygène va venir enrichir en comburant le mélange combustible du volume.
- En un instant, ce mélange redescend en dessous de la LSI et se retrouve dans la zone d'inflammabilité.

Le résultat

Il est instantané: au contact des points d'ignition (braises ayant subsisté) dans l'espace, une violente explosion se produit: le local s'embrase et une boule de feu surgit dans l'ouverture créée.

Comme dans toute explosion, un effet de souffle aggrave les conséquences thermiques de l'allumage: les structures sont soumises à une onde de surpression qui peut causer d'importants dégâts et mettre en péril la stabilité du bâtiment.

Le personnel est alors exposé aux effets cumulatifs des brûlures, du blast, de blessures par projections et/ou chutes de matériaux.



Quelques dixièmes de seconde après la phase d'ouverture du volet c'est le «boum» fatal (backdraft).

Comment peut-on repérer les signaux d'alarme?

L'observation des signes précurseurs de l'éventualité d'une explosion de fumées concerne surtout l'extérieur du volume sinistré.

Une lecture qui n'est pas de chevet

Nous allons nous atteler à la tâche de ce que l'on appelle la lecture du feu.

En présence d'un espace clos, il est possible d'observer de l'extérieur que:

- les fumées sont grasses, chargées
- elles sortent par bouffées des interstices, avec une apparence de pulsation
- elles peuvent sortir par le bas des portes
- une particularité peut également être observée dans de telles situations, des fumées extériorisées peuvent être réaspirées à intervalles irréguliers; le feu «respire»
- les fumées sont de couleurs inhabituelles, généralement foncées, en fonction

Pour résumer

Voici un tableau comparatif des deux phénomènes.

Caractéristiques	**BACKDRAFT** Explosion de fumées	**FLASHOVER** Embrasement généralisé éclair
Local ou enveloppe bâtimentaire	Espace clos	Espace semi-ouvert
Facteur déclenchant	Apport d'air (oxygène)	Chaleur
Fumées	Très denses, grasses Sortant sous pression (pulsées) De couleurs inhabituelles (jaunâtres, brunâtres, verdâtres)	Denses, créant un matelas de fumées Sortant facilement De couleurs classiques
Flammes	Aucune ou très rarement petites flammes bleues Lueurs colorées Braises	Visibles (bien jaunes) Vives, petites flammes très visibles Rouleaux de flammes
Chaleur	Importante Répartie	Importante et écrasante Provient du haut du volume
Sons	Assourdis	Nets
Signes perceptibles sur les structures	Fenêtres noircies très chaudes Murs, portes et volets chauds Vibrations des portes, baies	Ouvertures importantes alimentant le foyer en air frais et laissant sortir abondamment la fumée
Type de feu	Couvant	Vif
Risques majeurs pour les intervenants	Blast Brûlures Effondrement	Brûlures Propagation

des matériaux décomposés, elles peuvent être jaunâtres, brunâtres ou verdâtres, parfois plus claires, grises ou blanches
- aucune flamme ou lumière n'est visible de l'extérieur, seules des lueurs rouges de braises ou de petites flammes bleutées de combustion du CO peuvent être aperçues
- les vitres sont noires et opaques, car recouvertes de suies, et chaudes
- la chaleur est perceptible au toucher ainsi que par le rayonnement
- les portes sont chaudes même sur le bas
- les huisseries et poignées de porte sont très chaudes au toucher
- les sons sont amortis et aucun crépitement habituel aux feux libres n'est perceptible

Tous ces signes traduisent une forte intensité thermique à l'intérieur du volume.

Ces signes sont particulièrement marqués lorsque les feux sont découverts très tardivement (nuit, week-end, etc.).

Il faudra également faire très attention aux pièces borgnes, par exemple dans un appartement, une alcôve ou un réduit.

Pour conclure

Nous avons évoqué ici les paramètres principaux pour reconnaître et différencier ces deux phénomènes d'accidents thermiques que sont le backdraft et le flashover. Mais ce ne sont que les grandes lignes. En effet, il faut malgré tout rester très vigilant vis-à-vis de ces évènements. La littérature spécialisée nous apprend que la survenance de ces accidents peut s'avérer parfois radicalement différente que ce qui a été décrit ci-dessus.

J'en veux pour preuve lors d'un incendie au Pérou où tout portait à croire que les intervenants étaient en présence d'un feu ventilé. Mais, soudainement, il se produit un backdraft. L'explication la plus plausible est la suivante:

il y avait un tel développement de fumée et de gaz chauds que ces derniers ont formé une sorte de bouchon empêchant toute arrivée d'air frais en suffisance par les ouvertures existantes. La concentration de gaz combustibles est donc passée au-dessus de la LSE (limite supérieure d'explosibilité). Il s'est certainement produit une amenée subite d'air (bris de vitre ou autre), on est alors passé dans la limite d'explosibilité et c'est l'explosion.

Je voudrais quand même vous rassurer, ces faits sont assez rares et souvent marginaux.

Ceci étant dit, ou plutôt écrit, il faut garder à l'idée que lors de nos interventions il n'y a pas de certitudes ni de situations acquises.

En ce qui concerne la lecture du feu, la situation doit en permanence être réévaluée et notre intervention corrigée si nécessaire.

Le but de cet article était de démontrer l'importance que revêt la connaissance de ces deux dangereux phénomènes et qu'il est très important que dans l'instruction on porte une attention toute particulière à leur identification et leur détection. Ceci étant, même avec la meilleure formation, le risque zéro n'existe pas, mais on aura au moins tout fait pour le limiter. J'espère qu'en cela ce but aura été atteint et qu'un large débat s'ouvrira au sein de vos corps respectifs afin de titiller la curiosité de tous, quelque soit la position hiérarchique occupée au sein des intervenants. ◆

Bibliographie (en respectant les diverses orthographes):
- Explosion de fumées – Embrasement généralisé éclair in «Guide national de référence de la Direction de la Défense et de la Sécurité civile» février 2003
- BACK-DRAFT et FLASH-OVER par le colonel. A. Chinal in «le Sapeur-Pompier» septembre 2003
- BACKDRAFT et FLASH-OVER par les capitaines Th. Lefevre, J-F. Roure, J-L. Bally, Ch. Le Gouguec in «Face aux risques» septembre 1996
- FLASHOVER: Mieux le comprendre pour mieux le prevenir et le combattre par Dufresne de virel in «le Sapeur-Pompier» juin 1998
- L'explosion de fumées ou BACKDRAFT par F. Desprez in «Allo 18» mai 2003